

Photo Giffard.

Acacia albida, transport de branches vers le village pour la nourriture du bétail.

RECHERCHES COMPLÉMENTAIRES SUR *ACACIA ALBIDA* (DEL.)

par Pierre Louis GIFFARD

Conservateur des Eaux et Forêts
Directeur du Centre Technique Forestier Tropical du Sénégal.

SUMMARY

FURTHER RESEARCH CONCERNING *ACACIA ALBIDA* (DEL)

*This article reports on the results of research conducted in Senegal over the past 3 years by O. R. S. T. O. M., I. R. A. T., I. R. R. O. and C. T. F. T. This research work points up the interest of *Acacia albida* for agriculture in arid tropical regions.*

*The bioclimatic survey demonstrated the effect of certain factors favouring the cultivation of crops in areas where *Acacia* is grown. The study of biochemical cycles in the soil-*Acacia* system revealed a very marked enrichment of the soil in nitrogen and calcium, and the rapidity of decomposition of organic matter produced by *Acacia albida*.*

From the agronomic point of view, the effects of this species of tree are particularly marked in the context of traditional agriculture.

*The wood of *Acacia albida* is mediocre, but is locally useable.*

*In fertile soil, *Acacia albida* grows rapidly. Artificial regeneration techniques have proved their worth, but natural regeneration produces more effective results.*

RESUMEN

INVESTIGACIONES COMPLEMENTARIAS AOEROA DE ACACIA ALBIDA (DEL)

En este artículo se procede a la síntesis de los resultados de las investigaciones llevadas a cabo desde hace 3 años en el Senegal, por parte del O. R. S. T. O. M., el I. R. A. T., el I. R. H. O. y el C. T. F. T. Estas investigaciones permiten comprender por qué *Acacia albida* presenta un gran interés para la agricultura en las regiones tropicales secas.

Efectivamente, el estudio bioclimatológico ha demostrado el efecto de ciertos factores favorables a los cultivos bajo *Acacia*. El estudio de los ciclos bioquímicos en el sistema suelo-*Acacia* ha permitido hacer resaltar un enriquecimiento perfectamente nelo del suelo en nitrógeno y calcio y la rapidez de la descomposición de la materia orgánica procedente de *Acacia albida*.

Desde el punto de vista agronómico, los efectos del árbol son preponderantes en el marco de una agricultura tradicional.

La madera de *Acacia albida* es mediocre, pero presenta cierto interés desde el punto de vista local.

En un suelo fértil, *Acacia albida* crece rápidamente. Las técnicas de regeneración artificial han dado pruebas de valía, pero la regeneración natural permite obtener con mayor rapidez un estado arbolado.

Lorsqu'en 1964, dans une étude sur les possibilités de reboisement en *Acacia albida* au Sénégal, nous avons fait la synthèse des connaissances acquises sur cet arbre, nous avons été amené à constater qu'on ignorait tout de lui, bien qu'on le tienne souvent, mais sans preuve, comme pouvant révolutionner l'agriculture dans les régions tropicales à longue saison sèche. Les forestiers n'avaient aucune notion sur sa vitesse de croissance et sur le développement de son système racinaire. Ils venaient tout juste de mettre au point une technique de régénération artificielle mais, celle-ci n'ayant été expérimentée que sur des placeaux réduits, beaucoup prétendaient qu'elle ne pourrait être appliquée à la reforestation de grandes superficies. Les agronomes et les pédologues ne savaient pas comment l'espèce enrichissait les sols et ils demeuraient, en outre, divisés sur les effets bénéfiques du couvert de l'arbre sur certaines cultures, celle de l'arachide en particulier.

Les Directeurs des différents Instituts travaillant au Sénégal dans le domaine agricole se réunirent en juillet 1966, à la demande du Secrétariat

d'Etat à la Coopération pour élaborer un programme de recherches complémentaires. L'O. R. S. T. O. M. fut chargé de l'étude microbiologique du sol sous la frondaison de l'arbre et des problèmes de la fixation de l'azote. L'I. R. A. T. devait s'occuper de l'influence du microclimat créé par l'espèce sur les cultures ainsi que de l'importance des effets du couvert sur les éléments du sol et sur les rendements des plantes cultivées. L'I. R. H. O. avait pour mission de mettre en évidence l'action de l'*Acacia* sur le développement de l'arachide et sur son rendement en gousses. Le C. T. F. T., enfin, devait étudier les caractères technologiques du bois, la croissance, l'enracinement et surtout définir une technique de reboisement.

Bien que certaines recherches ne soient pas achevées, que d'autres demandent un complément d'expérimentation, il est maintenant possible de comprendre l'action de l'*Acacia albida* sur les sols et sur les cultures et de formuler quelques recommandations quant à l'utilisation de l'espèce dans les reboisements.

ÉTUDES BIOCLIMATOLOGIQUES

Elles ont été menées à Bambey en 1966 par C. DANCETTE. Leur but était de vérifier si le microclimat qui caractérise *Acacia albida* est favorable aux cultures pratiquées sous son couvert.

Evaporation.

Aucune réduction de l'évaporation n'a pu être mise en évidence sous les arbres. L'interprétation statistique des évaporations calculées en juillet avec des évaporimètres de Piche à l'air libre placés à 50 cm du sol dans les quatre directions cardinales, à trois distances du tronc, ne donne aucune différence significative. Il est toutefois possible qu'une diminution d'évaporation se produise, les mesures d'humidité du sol dans les horizons supérieurs semblent le prouver. Il serait nécessaire pour le vérifier d'utiliser des abris-standard

supprimant l'action turbulente du vent et celle des radiations solaires.

Humidité relative.

Deux observations quotidiennes eurent lieu en juillet, à différents moments de la journée, avec des psychromètres à guérite placés à 10 cm au-dessus du sol, chaque jour dans une direction différente, simultanément près du tronc et à découvert. Les écarts se produisirent toujours dans le même sens, sauf une fois par temps ensoleillé quelques heures après une petite pluie : l'humidité relative est plus élevée sous *Acacia*. Cette augmentation peut être bénéfique aux cultures, surtout au début et à la fin de la saison des pluies car, abaissant l'E. T. P., elle doit entraîner une réduction des besoins en eau de la plante cultivée sous couvert et permettre aux stomates de fonctionner plus longtemps.

Température.

Les températures furent relevées quotidiennement entre le 13 octobre et le 4 novembre, à 10 cm du sol, près du tronc et en dehors de la cime. L'interprétation des 23 couples d'observations est hautement significative et montre une réduction importante des maxima et une augmentation sensible des minima. Ces résultats qui ne peuvent qu'être favorables à la physiologie des plantes sarclées doivent toutefois être considérés avec prudence car les mesures furent faites à l'air libre et non sous abri.

Humidité du sol.

L'évolution du stock d'eau dans les quatre premiers mètres du sol a été suivie, du 24 mai au 24 octobre, dans les quatre directions géographiques et à trois distances du tronc, au moyen de profils hydriques faits à la tarière. L'augmentation sur l'ensemble du profil est identique sous *Acacia* et à l'extérieur. Elle est toutefois supérieure sous l'arbre dans les 120 premiers centimètres et moindre ensuite. Il est possible que le gain enregistré dans les horizons supérieurs résulte d'une réduction de l'évaporation sous la frondaison et que la diminution constatée en profondeur soit la conséquence de l'action du système racinaire qui est du type pivotant.

Pluviométrie.

Des vases de végétation, enterrés au tiers de la hauteur sur une surface maintenue sans herbe, furent disposés dans huit directions et à cinq distances d'un *Acacia* choisi pour la régularité de la frondaison et pour la haute taille. La moyenne des quantités d'eau recueillies lors de chacune des averses fut comparée au volume obtenu en terrain découvert. On enregistre une augmentation des précipitations au cours des averses fortes et obliques, une diminution pendant les pluies fines et verticales. Les premières étant plus fréquentes et plus abondantes, il en résulte que la pluviométrie globale est plus élevée sous *Acacia albida*.

Il est vraisemblable que, pendant les ondées légères, la cime retient une partie de l'eau qui s'évapore par la suite mais qu'au cours des averses violentes elle régularise et répartit les précipitations. La moindre quantité d'eau reçue par le sol lors des pluies fines qui caractérisent le début de l'hivernage est peut-être responsable des rendements médiocres en arachide qu'on observe parfois sous l'arbre car, si le paysan sème à ce moment et si aucune ondée ne se produit dans les jours qui suivent, la frange de sol humide étant peu profonde, la germination est irrégulière ou le plant souffre au départ.

ÉTUDES PÉDOLOGIQUES

Elles ont été effectuées de 1966 à 1969 au Centre de Recherches Agronomiques de Bambey sur jachères de longue durée et sur terrains de culture par G. JUNG et par J. P. POULAIN. Leur objet était d'essayer de chiffrer les effets de l'*Acacia albida* sur les éléments du sol, en particulier sur les caractères physico-chimiques et microbiologiques. Elles font suite aux travaux réalisés en 1959 par CHARREAU et VIDAL.

Elles ont été menées sur des sols Dior représentatifs de la zone Centre-Nord du Sénégal où les *Acacia albida* sont très abondants. Appartenant à la classe des sols riches en sesquioxydes et en hydrates métalliques et au groupe des sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés, les sols Dior, formés sur sables quaternaires, sont caractérisés par une texture sableuse impliquant une pauvreté en colloïdes minéraux et organiques et par des réserves minérales réduites, notamment en phosphore.

Influence sur les propriétés physiques du sol.

TENEUR EN ARGILE ET LIMON.

CHARREAU et VIDAL pensaient avoir décelé un « léger mais réel gradient d'augmentation des taux d'argile et limon quand on se rapproche du tronc ». Dans son rapport de 1966, JUNG arrivait aux mêmes conclusions. De nouvelles analyses faites en 1967

par POULAIN dans les horizons 0-10 et 10-20, ne font ressortir aucune différence significative des teneurs sous *Acacia* et hors *Acacia*. Elles montrent toutefois qu'en terrain découvert il existe une différence significative entre les deux horizons qui résulte, peut-être, du lessivage ou de l'érosion, en liaison avec la matière organique.

Horizon	Argile + Limon	
	Sous <i>Acacia</i>	Hors <i>Acacia</i>
0-10	4,7 %	3,8 %
10-20	5,3 %	5,3 %

TENEUR EN MATIÈRE ORGANIQUE.

La teneur en matière organique croît dans une proportion notable sous *Acacia albida*. L'augmentation qui, dans les horizons superficiels, va du simple au double depuis la zone témoin jusqu'aux abords du tronc est encore sensible à 120 cm de profondeur.

HUMIDITÉ ÉQUIVALENTE ET HUMIDITÉ AU POINT DE FLÉTRISSEMENT.

JUNG a trouvé sous la frondaison une augmentation de 52 % pour l'humidité équivalente mesurée à

pF = 3 et un accroissement de 72 % pour l'humidité au point de flétrissement calculée à pF = 4,2. POULAIN estime toutefois que, si on adopte le pF 2,8 comme niveau au-dessus duquel le facteur eau ne limite absolument pas la croissance des plantes, l'eau disponible est la même sous *Acacia albida* et dans la zone témoin. Ces résultats, conclut-il, doivent être considérés avec beaucoup de prudence car la différence de teneur en eau du sol entre les hautes tensions et les basses tensions ne représente sans doute qu'imparfaitement l'eau utilisable pour les végétaux.

HUMIDITÉ DU SOL EN PLACE.

L'humidité du sol en place est significativement plus élevée dans les horizons 0-10 cm sous l'*Acacia* pendant toute l'année. L'accroissement résulte vraisemblablement d'une évaporation réduite sous le couvert.

Influence sur les propriétés chimiques du sol.

pH.

Le pH d'un sol Dior qui est constant tout au long de la saison sèche subit une baisse d'environ une unité entre août et décembre. Il existe certainement un rapport entre cette diminution, le lessivage des bases échangeables et la décomposition d'une partie du stock organique au début de la saison des pluies. JUNG a montré que sous *Acacia albida* sur jachère, le pH est supérieur, quelle que soit la période. Les différences avec la zone témoin, très significatives, atteignent 1,3 unité en surface et encore 0,3 unité à 140 cm de profondeur. Dans les terrains cultivés, le pH est également plus élevé sous les arbres mais POULAIN ne trouve aucune différence significative pour chaque horizon entre les situations.

CONDUCTIVITÉ.

La conductivité d'un sol Dior passe par un maximum juste avant les premières pluies. En effet, l'accumulation des éléments minéraux dans la solution du sol est favorisée en saison sèche par l'absence de lessivage, par le déficit hydrique du sol qui freine l'activité microbienne « in situ » et l'exportation par les végétaux supérieurs à système racinaire traçant. JUNG estime que la conductivité est supérieure de 135 % sous les *Acacia* dans les jachères. POULAIN note que la différence est beaucoup plus faible dans les terrains de culture mais qu'elle est significative.

COMPLEXE ABSORBANT.

Dans les horizons superficiels, la capacité d'échange passe de 1,78 en terrain découvert à 4,85 à proximité du tronc dans les expérimentations de JUNG, de 2,70 à 2,97 dans celles de POULAIN. Ces accroissements qui sont liés à une teneur en matière organique plus élevée sous *Acacia* s'atté-

nuent rapidement avec la profondeur. Vers 120 cm, la capacité d'échange se stabilise à 1,11 dans les deux positions.

Le niveau des cations échangeables augmente fortement sous l'arbre. Si K et Na sont peu influencés, Ca et Mg qui représentent 95 % de la somme des cations échangeables dans un sol Dior subissent un accroissement considérable. Le taux de saturation progresse de façon hautement significative, ce qui va de pair avec l'augmentation de pH. Il n'est toutefois égal à 100 que dans les dix premiers centimètres du sol.

PHOSPHORE.

JUNG estime que l'enrichissement en phosphore de l'horizon de surface est remarquable sous *Acacia* pendant la saison sèche. Le taux de P_2O_5 total passe de 0,24 ‰ en zone témoin à 1,60 ‰ près du tronc. POULAIN trouve une amélioration beaucoup plus faible et non significative :

Horizon	Phosphore assimilable ppm	
	Sous <i>Acacia</i>	Hors <i>Acacia</i>
0-10	33	29
10-20	24	23

Influence sur les propriétés organiques et biologiques du sol.

CARBONE TOTAL-AZOTE TOTAL.

Les taux de carbone total et d'azote total sont deux fois plus élevés à proximité du tronc qu'en zone témoin. Alors qu'en terrain découvert ils ne subissent que de faibles variations en saison des pluies, sous les *Acacia* le taux d'azote total demeure sensiblement constant mais la teneur en carbone total accuse un maximum en août et septembre. Cette époque correspond à la reprise « in situ » de l'activité microbiologique, à la décomposition du stock organique et à l'apport de litière.

POULAIN calcule que le rapport C/N est voisin de 10 dans les deux situations sur sol cultivé. JUNG trouve que, dans les jachères, il est plus faible sous les arbres, la différence provenant probablement du fait que le rapport C/N des feuilles d'*Acacia albida* n'atteint que 17 alors que celui des graminées qui constituent le couvert végétal le plus important en zone témoin est de 80.

ACTIVITÉ BIOLOGIQUE GLOBALE.

L'activité biologique est de 2 à 5 fois plus élevée sous *Acacia*, quelle que soit la période des prélèvements. Sa détermination par dégagement de CO_2 , indice glucose, taux de saccharose, activité déshydrogénase ou activité asparaginase met toujours en évidence un gradient très net depuis la zone témoin.

jusqu'au tronc. Les variations saisonnières sont marquées en toutes positions par un maximum en fin de période sèche, sauf pour l'activité d'asparaginase qui subit une hausse en saison des pluies.

MICROFLORE TOTALE.

La présence de l'*Acacia* n'influe pas sur la densité de la microflore, sauf sur celle des champignons qui est plus abondante sous la cime. Seuls les germes cellulolytiques et les germes nitreux sont beaucoup plus abondants. JUNG estime toutefois qu'il doit exister une microflore banale sur laquelle l'arbre n'a aucune action et une microflore plus spécialisée qui serait liée à sa présence. On enregistre dans toutes les positions un effet favorable de la saison des pluies sur la multiplication des micro-organismes. Dès le mois d'août le nombre de Bactéries augmente de 90 %, celui des Actinomycètes de 75 %, celui des Champignons de 40 à 70 %.

CYCLE DE CARBONE.

Le coefficient de minéralisation du carbone qui est voisin de 3 en terrain découvert marque une légère augmentation sous *Acacia albida*. De même, le pouvoir cellulolytique, estimé par la densité des germes cellulolytiques, s'accroît de 115 à 122 % et le dégagement de CO_2 sur terre enrichie par 0,5 % de cellulose passe du simple au double.

CYCLE DE L'AZOTE.

La teneur en azote minéral des sols Dior qui est relativement faible demeure l'année durant 2 à 3 fois plus élevée dans la zone soumise à l'action de l'*Acacia*. Le maximum de la teneur en azote ammoniacal se situe en fin de période sèche ; le maximum de la teneur en azote nitrique a lieu après les premières pluies. Le seuil d'ammonification qui est supérieur

au seuil de nitrification permet, en saison sèche, l'accumulation d'azote ammoniacal alors que la nitrification par voie biologique est négligeable.

Les premières précipitations entraînant une reprise de l'activité bactérienne, on enregistre une très forte minéralisation de l'azote organique. Elles sont toutefois insuffisantes pour provoquer un lessivage des éléments minéraux aussi les nitrates s'accumulent-ils jusqu'à ce que l'humidité du sol atteigne la capacité au champ. Ce stade est très fugace ; dans les semaines qui suivent, les nitrates sont réorganisés par les micro-organismes puis lessivés par les fortes pluies ou utilisés par les végétaux tandis que l'azote ammoniacal est minéralisé, volatilisé et peut-être déplacé par le calcium apporté par la litière d'*Acacia albida*.

RICHESSSE MINÉRALE, HYDRATES DE CARBONE.

JUNG estime que le pourcentage des réserves minérales d'un sol, déterminé par des méthodes microbiologiques, fournit, malgré l'imprécision des techniques, une bonne approximation des éléments fertilisants mis à la disposition des micro-organismes et des végétaux au moment du démarrage des cultures. Il montre que la richesse minérale du sol, mesurée par le test de l'*Aspergillus niger*, accuse un maximum au début d'août puis décroît de 20 %, [que l'azote utilisable et le phosphore assimilable passent de façon significative par un maximum lors des premières pluies puis diminuent jusqu'en octobre, que les hydrates de carbone facilement minéralisables atteignent un maximum en juin puis baissent pendant la saison pluvieuse. Quand on va de la zone témoin à celle couverte par *Acacia*, le niveau minéral augmente de 20 à 40 % selon les périodes, le taux de P_2O_5 est de 2 à 3 fois plus élevé, les teneurs en azote utilisable sont beaucoup plus importantes.

DÉTERMINATION DE L'ACTION AMÉLIORANTE DE L'ACACIA ALBIDA.

Pour mettre en évidence les causes de l'action améliorante de l'*Acacia albida* sur les sols Dior, JUNG compare la litière de l'arbre à celle de *Guiera senegalensis*, arbuste dominant dans les jachères, puis il étudie le retour au sol des éléments minéraux stockés dans l'*Acacia*.

Comparaison des litières d'*Acacia albida* et de *Guiera senegalensis*.

En déterminant « in vitro » les caractéristiques des substances hydrosolubles des litières et en mesurant leur facilité de décomposition au cours d'un lessivage prolongé, on constate que celle de

l'*Acacia* renferme un pourcentage de cendres solubles plus important, surtout en P et K, et qu'elle fournit au moins deux fois plus d'azote total, ce qui a pour conséquence d'abaisser de moitié le rapport C/N, laissant supposer un bon coefficient de minéralisation de la matière organique. JUNG note l'influence favorable de la litière d'*Acacia* sur le pourcentage des substances inorganiques des extraits aqueux, sur le pH qui est moins acide, sur la teneur en azote soluble qui est presque trois fois plus élevée, sur le taux d'éléments fertilisants qui passe du simple au double, sur le pouvoir réducteur des extraits qui se maintient à un plus haut niveau au cours de la décomposition. Il met enfin, en évidence

une vitesse et une facilité de décomposition beaucoup plus grandes.

Il observe alors les influences respectives d'*Acacia albida* et de *Guiera senegalensis* sur les caractéristiques microbiologiques du sol en place. Le bilan est largement positif en faveur du premier. L'activité biologique totale est de 2 à 4 fois plus forte selon l'indice utilisé, la densité de la microflore cellulolytique augmente de 60 %, l'azote minéral et l'azote nitrifiable sont trois fois plus élevés, le taux d'azote utilisable double, le phosphore assimilable et la teneur en éléments fertilisants sont multipliés par 3,5 et le pH augmente d'une unité.

Il conclut qu'*Acacia albida*, grâce à sa litière, a pour effet d'élever considérablement le niveau initial de l'activité biologique du sol Dior alors que *Guiera senegalensis* n'influe que faiblement sur les caractéristiques microbiologiques et laisse parfois apparaître, à plus ou moins brève échéance, un déséquilibre biologique qui se traduit par un blocage de l'azote minéral. La minéralisation de l'azote est correcte sous *Acacia*, bien qu'un peu freinée au départ ; celle du carbone est relativement aisée, pouvant même entraîner une disparition trop rapide de la matière organique lorsque la strate herbacée d'*Andropogon gyanus* ne fournit pas au sol une matière organique à minéralisation de carbone très progressive.

Retour au sol des éléments minéraux stockés dans l'*Acacia*.

Les éléments minéraux stockés dans une plante font retour au sol par l'intermédiaire de la litière, des fruits et du bois mort, par la décomposition des racines ou leur production d'excrétions, par le lessivage de la cime par les eaux météoriques.

RETOUR AU SOL PAR LA LITIÈRE, LES FRUITS, LE BOIS MORT.

JUNG a collecté au cours d'une année les divers éléments issus de cinq *Acacia albida* dont la surface portée des frondaisons oscillait entre 98 et 312 m². Il exprime les résultats en tonnes par hectare afin de pouvoir les comparer à ceux d'autres formations forestières connues. La quantité de litière recueillie est de 4,2 t/ha, presque aussi importante qu'en zone tropicale semi-humide où elle est évaluée par DOMMERGUE (1963) à 5 t/ha. On enregistre deux maxima, l'un en août au moment de la défoliation, l'autre de novembre à janvier, lors de la chute des fleurs. L'écorce et le bois se détachent en toutes saisons avec un minimum pendant les pluies et un maximum de novembre à janvier, lors de la reprise de l'activité de l'arbre. L'apport annuel varie de 0,9 à 3,1 t/ha, chiffre très faible en comparaison de celui de 10 t/ha donné par NYE (1961) pour la forêt semi-décidue du Ghana. Les gousses tombent en mars et avril ; elles représentent 5,4 t/ha.

Le taux de décomposition de ces divers matériaux

est beaucoup plus élevé que dans les formations forestières des zones tempérées. JUNG (1970) qui la calcule à partir de la formule d'OLSON, trouve 1,1 ce qui revient à dire que la totalité des retombées serait décomposée en moins d'une année. Connaissant le poids des débris végétaux, on peut déterminer la quantité des éléments nutritifs faisant retour au sol. L'apport d'azote représente 186 kg/ha, beaucoup plus que ce qu'on observe dans les régions tempérées, à peu près autant que dans la forêt tropicale humide. 48 % proviennent des feuilles, 38 % des fruits et 14 % du bois. Les quantités de potassium s'élèvent à 76,5 kg/ha dont 70 % sont dûs aux fruits, 23 % aux feuilles et 7 % au bois. Ces apports ne sont pas plus élevés que dans les pays tempérés et bien inférieurs à ceux de la zone tropicale humide. L'enrichissement en magnésium qui atteint 38,8 kg/ha est fourni pour 60 % par la litière, 15 % par les fruits et 25 % par le bois. Ce taux est intermédiaire entre celui des zones tropicales humides et tempérées. L'apport de calcium totalise 222 kg/ha, répartis à raison de 44 % pour les feuilles, 10 % pour les fruits et 46 % pour le bois. Il est comparable à celui des régions tropicales humides et 4 à 5 fois supérieur à celui des régions tempérées. Par contre, l'apport de phosphore est très faible, deux fois moins important qu'en zone tempérée. Il n'atteint que 3,89 kg/ha, 49 % en provenance des fruits, 31 % des feuilles et 20 % du bois. Toutefois, dans un sol Dior soumis à l'influence de l'*Acacia albida*, on trouve un pourcentage d'augmentation en K, Mg et P identique quand on passe du sol témoin au sol sous couvert. Il faut donc supposer que le dernier élément, fourni en très faible quantité, subit un blocage préférentiel par rapport aux cations échangeables Mg, K et Ca et que les pertes sont minimales.

RETOUR AU SOL PAR L'INTERMÉDIAIRE DES RACINES.

Le gain du sol en éléments minéraux par l'intermédiaire des racines d'un végétal constitue un phénomène peu connu et difficilement mesurable. GREENLAND et KOWAL (1960) estiment qu'au Ghana, en forêt semi-décidue, il serait de l'ordre du dixième de la production résultant de la litière et du bois. *Acacia albida* étant une légumineuse, on pourrait penser que les enrichissements en azote observés sous l'arbre proviennent de la fixation de l'azote atmosphérique par voie symbiotique. Des expériences faites par JUNG en vases de végétation remplis de terre stérilisée ont permis de déceler sur les racines des nodules apparemment effectifs qui entraînent des différences de croissance sur les jeunes plantules. « In situ », par contre, on ne trouve qu'exceptionnellement des nodules pouvant indiquer la présence de micro-organismes symbiotiques. Nous n'en avons observés que sur de jeunes *Acacia* complantés sur des dunes presque stériles.

La présence de l'*Acacia albida* étant liée à celle

d'une nappe phréatique proche de la surface, il est possible que cette dernière puisse fournir à l'arbre une partie des éléments minéraux qui lui sont nécessaires, en particulier l'azote, puisque le système racinaire est profond et fortement développé. A l'appui de cette thèse, on peut citer les travaux de BLONDEL (1967) qui constate à Bambey, sur sol Dior, une remontée des nitrates vers les horizons superficiels après la saison des pluies.

LESSIVAGE PAR LES EAUX MÉTÉORITES.

Le lessivage de la frondaison de l'*Acacia albida* par les eaux de pluie n'apporte vraisemblablement pas beaucoup d'éléments minéraux au sol car la cime est défoliée pendant la saison pluvieuse. Une analyse de l'eau recueillie sous l'arbre et dans la zone témoin ne met en évidence aucune différence significative dans les teneurs en nitrates.

ÉTUDES AGRONOMIQUES

Elles ont été réalisées en 1966 et en 1967 à Silane par l'I. R. A. T., à Patar et à Marnane par l'I. R. H. O. sur les deux principales cultures pratiquées au Sénégal, le Mil et l'Arachide.

Les essais de l'I. R. A. T.

Les objectifs de POULAIN étaient de déterminer l'importance relative des effets d'une fumure minérale forte sur les rendements sous *Acacia albida* et en terrain découvert, de mettre en évidence l'intérêt ou l'inutilité d'une fumure azotée, complémentaire sur arachide, supplémentaire sur mil dans les deux positions, de vérifier la possibilité d'obtenir les mêmes rendements avec une fumure minérale adéquate. Le dispositif comprenait cinq

parcelles en milieu de culture traditionnelle, deux installées sous des *Acacia* adultes, trois implantées à proximité et selon la même orientation mais en dehors de tout couvert.

Le terrain fut ensemencé en 1966 avec de l'arachide hâtive 55437 et en 1967 avec du mil Souna PC. 28. On doit noter le contexte défavorable de l'année 1966 au cours de laquelle la pluviométrie fut tardive et déficitaire de 15 % dans la zone. Les traitements appliqués sont résumés dans le tableau n° 1.

INFLUENCE SUR ARACHIDE HATIVE 55437.

Les résultats des semis effectués à l'écartement de 40 x 20 cm, soit à la densité de 125.000 graines à l'hectare, sont consignés dans le tableau n° 2.

TABEAU N° 1

Essais de Silane : Traitements

N°	Situation	Arachide hâtive 55.437	Mil Souna PC. 28
1	Sous Acacia	0	0
2	Sous Acacia	80 kg P ² O ⁵ + 60 kg K ² O + 30 kg S	80 kg P ² O ⁵ + 60 kg K ² O + 15 kg S + 60 kg N
3	Hors couvert	0	0
4	Hors couvert	80 kg P ² O ⁵ + 60 kg K ² O + 30 kg S	80 kg P ² O ⁵ + 60 kg K ² O + 15 kg S + 60 kg N
5	Hors couvert	80 kg P ² O ⁵ + 60 kg K ² O + 30 kg S + 10 kg N	80 kg P ² O ⁵ + 60 kg K ² O + 15 kg S + 120 kg N

TABEAU N° 2

Essai de Silane avec Arachide : résultats

Position	Sous Acacia		Hors couvert		
Traitement	1	2	3	4	5
Densité au 2.09	101.850	102.900	103.630	100.000	102.280
Densité à la récolte	98.560	97.870	99.030	96.050	98.480
Gousses kg/ha	1.108	1.136	810	954	1.062
Densité : g/l	320	323	325	333	330
Poids : 100 graines	39	37	38	36	39
Monograines + déchets	11,1	10,8	13,1	13,9	10,5
Paille : kg/ha	1.266	1.386	860	1.091	1.134
Gousses/MS = T %	46,7	45,1	48,5	46,6	48,4



Essai de culture du mil sous Acacia albida.

Photo Giffard.

résultats portés au tableau n° 3 mettent en évidence un effet très net de l'Acacia sur la croissance en absence de fumure. Il n'est toutefois sensible qu'à partir du tallage. Lorsqu'il y a apport d'engrais, le démarrage est plus lent sous l'arbre qu'en zone témoin et ce n'est qu'à la fin de la montaison que les hauteurs s'égalisent. L'influence de la fumure sur le développement est très sensible en terrain découvert. On note une augmentation des épis, calculée sur la longueur et la circonférence, dans les placeaux sous Acacia et dans ceux qui ont reçu un amendement. En terrain découvert et sans fumure, le nombre d'épis est peu élevé et le poids de grains par épi est très faible. Sous Acacia et sans apport d'engrais, le nombre d'épis moyen augmente mais le poids de grains par épi demeure faible si bien que les variations de rendement résultent essentiellement du nombre d'épis. Si on compare les traitements avec fumure N. P. K. à la situation Acacia sans engrais, on constate que les accroissements de rendement sont dus à une augmentation du nombre d'épis. Le gain de 65 % obtenu entre les positions 5 et 1 est la conséquence d'une augmentation de 64 % du nombre des épis et seulement d'un gain de 2,4 % du poids des grains par épi. POULAIN estime qu'une des raisons de ce phénomène tient à l'intense parasitisme qui affecte le Mil.

CONCLUSIONS.

En 1966, année exceptionnelle par la date tardive des semis, l'action de l'*Acacia albida* sur l'arachide hâtive se traduit par un gain en poids de 36,7 % sans apport d'engrais et de 19,1 % avec fumure. Ces résultats sont confirmés par de nombreux essais effectués au Sénégal sur diverses variétés d'arachides qui ont prouvé qu'un excès d'azote favorisait le développement végétatif sans nuire pour autant à la production en gousses.

L'influence de l'*Acacia albida* sur mil précoce PC..28 est spectaculaire sans fumure, nulle avec apport d'engrais. Les gains sont de 104,4 % dans le premier cas, de 3,5 % dans le second. BLONDEL (1967) estime que la quantité d'azote minéralisée est de 60 kg/ha sous les arbres et de 45 kg/ha en dehors du couvert ; un accroissement de 500 kg/ha de mil correspond à une mobilisation minérale supplémentaire de 20 kg d'azote, ce qui concorde.

Les essais de l'I. R. H. O.

Le dispositif mis en place en 1966 par GAUTREAU à Patar et à Marnane avait pour but d'étudier les

Leur interprétation montre que la présence de l'Acacia est hautement significative sur le rendement en gousses en absence d'engrais tandis qu'elle est seulement significative avec apport de fumure. L'influence de l'engrais n'est pas significative sous les arbres mais elle est hautement significative en dehors du couvert. Le complément azoté ne procure aucun gain significatif en zone témoin. Les résultats sur les rendements en paille sont identiques avec des différences plus accusées. L'effet de l'Acacia est très hautement significatif sans fumure et hautement significatif avec engrais. L'influence de l'amendement est hautement significative en dehors du couvert. L'action du complément azoté n'est pas significative.

INFLUENCE SUR MIL SOUNA PC 28.

Les semis ont été exécutés à l'écartement de 90 x 100 cm, soit à la densité de 11.111 poquets à l'hectare. Les observations et l'interprétation des

TABLEAU N° 3

Essai de Silane avec Mil : résultats

Position	Sous Acacia		Hors couvert		
Traitement	1	2	3	4	5
Nbre touffes à la récolte.....	10.854	11.034	10.082	11.060	11.085
Nbre d'épis totaux/ha.....	36.240	52.855	27.058	54.707	59.439
Nbre d'épis totaux avec grains/ha...	31.893	46.039	23.868	47.274	53.215
Nbre épis/touffes	2,9	4,2	2,4	4,3	4,8
Epis avec grains : kg/ha	1.595	2.602	855	2.486	3.036
Grains : kg/ha	934	1.388	457	1.340	1.541
Rendement au battage %	58,6	53,3	53,5	53,9	50,8
Poids grains/épi	25,5	26,5	15,5	24,5	26,1

effets de l'*Acacia albida* sur l'arachide 61-24 et de rechercher les meilleures conditions de son utilisation. Il portait sur 83 parcelles de 2,4 × 2,4 m sous Acacia et à découvert, implantées dans quatre stations. Les doses d'engrais appliquées sont consignées au tableau n° 4.

ANALYSE DES RÉSULTATS.

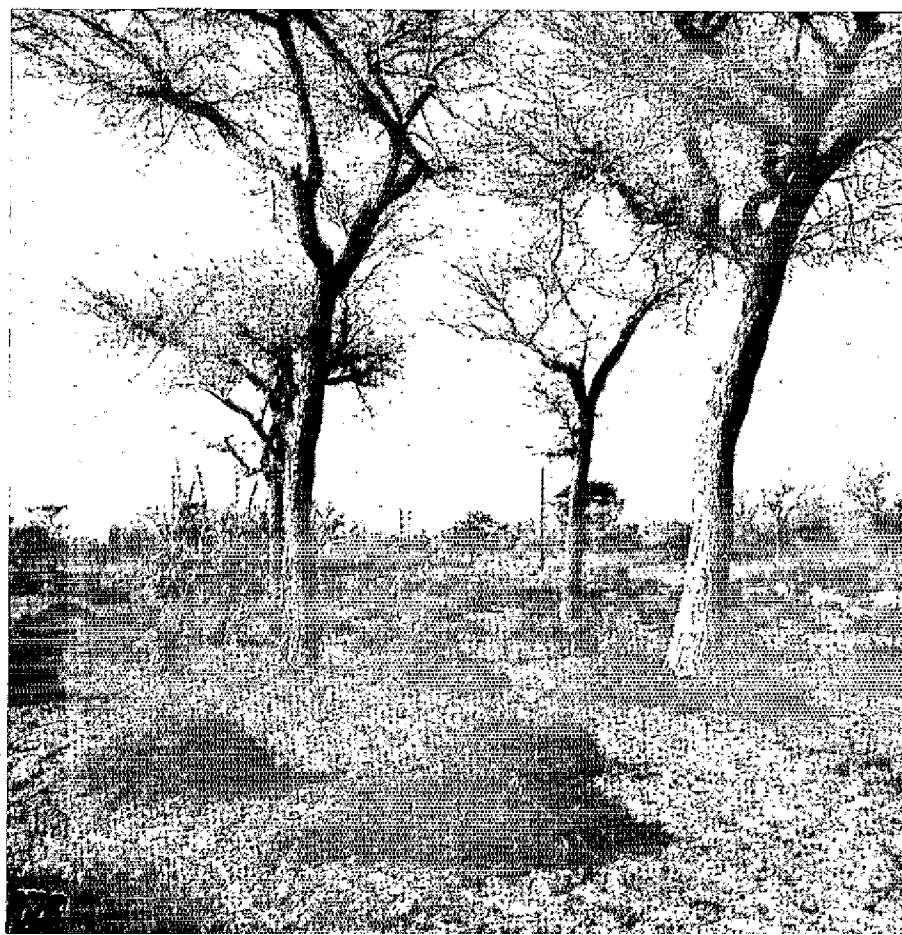
Les résultats obtenus dans les diverses situations sont résumés dans le tableau n° 5. On constate qu'à Patar n° 1 l'engrais a eu un effet assez faible sur le rendement, identique sous Acacia et en zone témoin, et que l'influence de l'arbre est légèrement dépressive dans les deux positions. Les diagnostics foliaires indiquent qu'on se trouve dans un secteur à déséquilibre phosphoré. L'effet de la fumure augmente le niveau de la nutrition potassique qui est déjà excellent et diminue un peu la teneur en P mais, le niveau moyen de nutrition étant bon, l'amendement n'a pas d'effet important. A Patar n° 2, le rendement des parcelles sous Acacia est nettement supérieur à celui des parcelles découvertes et l'action du complément S. P. K. est moyenne. Le diagnostic foliaire montre que, sans engrais, la zone témoin est à la limite de la déficience au point de vue nutrition potassique, ce qui explique l'influence relative importante de la fumure minérale, alors que sous les arbres, la nutrition potassique étant meilleure, l'effet de l'amendement est minime. A Marnane n° 1, l'effet du complément S. P. K. demeure limité mais l'influence de l'*Acacia* est importante dans les deux situations. Les diagnostics foliaires mettent en évidence des nutriments phosphorés et azotés très déficients en

TABLEAU N° 4

Essais de l'IRHO : Traitements

Amendement (kg/ha)	Soufre	Phosphate bicalcique	Chlorure Potassium	Nutramin
Patar n° 1 ..	7,2	40	80	3
Patar n° 2 ..	14,0	80	160	6
Marnane n° 1	9,6	60	20	3
Marnane n° 2	19,2	120	40	6

zone témoin. La fumure améliore sensiblement la nutrition globale et la présence de l'arbre peut être comparée à l'effet de l'engrais sur ce point. A Marnane n° 2 l'apport d'un complément S. P. K. assez



Acacia albida. Culture d'arachide dans un peuplement d'*Acacia albida*.

Photo Giffard.

TABLEAU N° 5

Essais de l'I. R. H. O. : résultats

Essai	Traitement	Nbre gousses/pied	kg gousses/ha	kg fanes/ha
Patar n° 1	Sous Acacia	12,1	1.300	1.221
	Découvert	12,7	1.373	1.155
	Acacia + fumure	13,9	1.417	1.276
	Découvert + fumure	13,7	1.490	1.221
Patar n° 2	Sous Acacia	14,5	1.537	1.080
	Découvert	10,4	1.131	874
	Acacia + fumure	15,9	1.649	964
	Découvert + fumure	12,6	1.355	807
Marnane n° 1	Sous Acacia	14,5	1.532	1.283
	Découvert	9,8	1.067	924
	Acacia + fumure	14,7	1.548	1.402
	Découvert + fumure	11,8	1.181	1.065
Marnane n° 2	Sous Acacia	14,0	1.541	1.061
	Découvert	15,0	1.592	1.205
	Acacia + fumure	13,8	1.482	1.205
	Découvert + fumure	12,8	1.354	1.232

élevé diminue les rendements. Ces résultats aberrants sont éclairés en partie par les diagnostics foliaires qui montrent que la nutrition en P est très faiblement déficiente et que celle en S est légèrement excédentaire. La zone découverte est moins carencée en P que la zone sous Acacia. L'amendement a favorisé probablement uniquement le développement végétatif de l'arachide ce qui, en raison du déficit hydrique, a entraîné une baisse des rendements en gousses.

INTENSITÉ DE LA RÉPONSE EN FONCTION DE LA DISTANCE DE L'ACACIA.

La zone située autour d'un *Acacia albida* de Marnane fut divisée sur 24 parcelles de 2,4 × 2,4 m disposées sur six rangées, trois de chaque côté du tronc. Le sol du rang le plus proche du fût (A) fut enlevé sur 2 cm et transporté à la surface des parcelles de la deuxième rangée (B), le troisième rang (C) servant de témoin. De l'autre côté de l'arbre, les

rangées étaient maintenues intactes mais la moitié des parcelles des rangs E et F reçurent l'apport S. P. K. utilisé à Marnane n° 1. Dans le dispositif, seules les rangées A et D étaient implantées sous la frondaison de l'Acacia.

Une comparaison des moyennes de rendement en arachide obtenues avec les différents traitements permet de préciser l'action d'ensemble ou isolée de la litière d'Acacia, de l'éloignement du tronc, de l'enlèvement et de l'apport de terre (tableau n° 6). L'effet de la litière prédomine car, malgré l'enlèvement de la couche superficielle du sol, la parcelle sous Acacia continue à avoir un rendement supérieur à celui obtenu en terrain découvert. Toutefois l'enlèvement de la terre diminue nettement le rendement sous l'arbre. L'apport de terre en zone témoin se traduit par un supplément de rendement. Les diagnostics foliaires permettent de constater que, plus on s'éloigne du tronc, plus le niveau de nutrition en P et K diminue.

TABLEAU N° 6

Essais de l'I. R. H. O. : action de la litière

Traitement	Nbre gousses/pied	kg gousses/ha	kg fanes/ha
A. — Sous Acacia, terre enlevée	9,3	996	818
B. — Découvert + terre prélevée en A	8,1	849	685
C. — Découvert	6,0	623	544
D. — Sous-Acacia, terre en place	14,1	1.531	1.147
E. — Découvert, symétrique de B			
E ₁ . — avec engrais	11,5	1.103	862
E ₂ . — sans engrais	7,5	787	636
F. — Découvert, symétrique de C			
F ₁ . — avec engrais	10,0	1.017	849
F ₂ . — sans engrais	8,8	873	664

CONCLUSIONS.

GAUTREAU estime que l'*Acacia albida* est bénéfique à l'arachide et qu'il n'est pas possible d'obtenir avec une fumure minérale des résultats comparables à ceux atteints sur un sol enrichi par sa litière. L'apport d'une fumure complémentaire ne procure pas d'augmentation importante de rendement sur les parcelles déjà améliorées par l'Acacia et le transport de la terre située au pied de l'arbre permet d'étendre l'effet fertilisant à une zone plus vaste. L'année 1966 ayant été très sèche, il pense toutefois qu'il serait souhaitable de reprendre l'expérimentation au cours d'une saison des pluies normale pour mieux comprendre les phénomènes et chiffrer avec plus de précision les effets des divers traitements.

CARACTÈRES TECHNOLOGIQUES DU BOIS

Le bois d'*Acacia albida* est communément utilisé en zone soudanienne pour la fabrication d'objets artisanaux, mortiers, piliers, plats, instruments de cuisine. Les branches servent à la construction des cases, des hangars ou des greniers à grains. Le tronc, facile à fendre, donne un excellent combustible et peut être transformé en charbon de bois avec un rendement pondéral voisin de 17 % (F. A. O., 1955). Toutefois, aucune étude technologique n'ayant été réalisée sur l'essence, nous avons envoyé en 1965 à Nogent-sur-Marne deux billes récoltées dans la région de Diourbel pour les faire analyser par la Division des Essais et Emplois des Bois et par la Division de Cellulose.

Caractéristiques physiques et mécaniques.

Les résultats des essais physiques et mécaniques font l'objet des tableaux 7 et 8. Ils révèlent des différences importantes entre les deux échantillons, surtout en ce qui concerne la densité, la dureté et la cohésion axiale. On ne peut noter de commun que le retrait volumétrique total qui est moyen, le coefficient de rétractibilité volumétrique qui indique un bois très nerveux, le rapport des rétractibilités linéaires tangentielle/radiale qui est voisin de 2. Bien que d'autres essais soient nécessaires pour juger véritablement les propriétés de l'*Acacia albida*, il semble que le bois ne soit pas très intéressant, sauf dans des contrées dépourvues d'autres espèces où on pourrait l'utiliser pour le coffrage, la charpente légère et la menuiserie ordinaire.

Caractéristiques papetières.

L'échantillonnage d'*Acacia albida* peut se traiter par le procédé Kraft mais il faut 22 à 26 % d'alcali pour obtenir une pâte facilement défibrable et le rendement n'est pas très élevé. Le tableau n° 9 montre que les teneurs en extraits à l'alcool benzène sont assez fortes, les quantités de produits extractibles à l'eau très importantes et le taux de cellulose assez bas. Le blanchiment des pâtes écruës n'offre pas de difficultés particulières et conduit à un degré de blancheur satisfaisant avec une stabi-

lité moyenne. La quantité de chlore consommée correspond normalement à l'indice de délignification. Les caractéristiques mécaniques des pâtes écruës et blanchies sont médiocres et inférieures à celles des pâtes de Hêtre. On constate que les caractéristiques des pâtes blanchies sont légèrement supérieures à celles de pâtes écruës, phénomène qui a parfois été observé dans le cas de fibres à mauvais coefficient de souplesse et mal délignifiées (tableau n° 10). La rétention des pâtes sur tamis calibrés n'est pas très bonne et les papiers obtenus sont poreux et ont de la main.

TABLEAU N° 7

Caractéristiques physiques

Echantillon	N° 1	N° 2
Bois	jaune paille	jaune-beige avec large zone brun-noir autour du cœur
Aubier	non discernable	non différenciable
Cernes	continus, distincts	continus, distincts
Cœur	sinueux	très sinueux
Fibres	très noueux	très noueux
Dureté (N)	torses	torses
Poids spécifique moyen à 12 % d'humidité (D)	3,5 (mi-dur)	5,2 (mi-dur)
Hygroscopicité à l'air (d)	0,58 (léger)	0,71 (mi-lourd)
Humidité au moment de l'essai (H %)	0,002 5 (normale)	0,002 9 (normale)
Point de saturation de la fibre (S %)	10,27 (sec)	9,8 (sec)
Rétractibilité volumétrique totale (B %)	22 (bas)	24 (bas)
Coefficient de rétractibilité volumétrique (V %)	12,4 (moyen retrait)	13,8 (moyen retrait)
Rétractibilité tangentielle (T %)	0,56 (très nerveux)	0,58 (très nerveux)
Rétractibilité radiale (R %)	8,6 (moyenne)	8,4 (moyenne)
	3,7 (faible)	4,6 (moyenne)

TABLEAU N° 8

Caractéristiques mécaniques

Echantillon	N° 1	N° 2	Observations
COHÉSION TRANSVERSALE			
Fendage. Résistance moyenne en kg/cm	16,1	20,8	moyenne
Cote de fendage : Fend./100 D	0,27	0,30	moyenne fissile
Traction. Résistance moyenne en kg/cm ²	23,2	27,8	faible à moyenne
Cote de traction : Tract./100 D	0,39	0,40	moyennement adhérent
Cisaillement. Résistance moyenne en kg/cm ²	63	—	faible
Cote de cisaillement : Cis/100 D	1,04	—	faible
COHÉSION AXIALE			
<i>Compression à 12 % d'humidité</i>			
Résistance moyenne en kg/cm ² (C)	402	525	catégorie supérieure
Tenue à l'humidité (C %)	7,4	5,6	des bois légers à mi-lourds pour
Cote statique (C/100 D)	6,9	7,4	sa résistance à la compression
Cote spécifique (C/100 D 2)	12,0	10,5	de fil
<i>Flexion statique à 12 % d'humidité</i>			
Résistance moyenne en kg/cm ² (F)	1.072	975	
Cote de flexion (F/100 D)	18,2	13,8	moyen à faible
Cote de raideur (L/f)	30,0	36,0	bois moyen
Cote de ténacité (F/C)	2,7	1,9	
Module d'élasticité apparent en kg/cm ² (E)	92.000	84.000	
<i>Flexion dynamique</i>			
Coefficient de résistance (K)	0,48	0,27	résistance moyenne et faible
Cote dynamique (KD 2)	1,37	0,56	résilient et cassant
Contrainte de rupture en kg/cm ² (R)	—	—	
CARACTÉRISTIQUES DE MISE EN ŒUVRE			
Collage (colle vinyle bleue)	bon	bon	bon collage
Clouage (A/E)	1,01	0,49	très bonne tenue des clous

TABLEAU N° 9

Composition chimique du bois (en %)

Extrait à l'alcool benzène	4,22
Extrait à l'eau bouillante	8,66
Extrait à la soude à 1 %	14,80
Lignine	33,00
Pentosanes	15,60
Cellulose (corrigée de la lignine et des pentosanes)	34,70
Cendres à 425 °C	2,92

TABLEAU N° 10

Caractéristiques micrométriques des fibres

Longueur des fibres (Mu)	L	1.080 ± 150
Largeur des fibres (Mu)	I	23,4 ± 3,5
Largeur des cavités (Mu)	C	11,4 ± 3,5
Épaisseur des parois (Mu)	2 P	11,7 ± 2,7
Coefficient de souplesse (%)	C/I	50 ± 14
Coefficient de Runkel	2 P/C	1,02
Pouvoir feutrant	L/P	45,1

L'application d'autres traitements conduit à des résultats encore moins encourageants. La suppression du soufre au cours de la cuisson mène à une pâte de teinte relativement foncée, mal délignifiée dont les caractéristiques mécaniques sont légèrement inférieures. La cuisson au monosulfite donne une pâte foncée, mal délignifiée, avec un rendement médiocre en pâte blanchie et des caractéristiques mécaniques très faibles. La cuisson par le procédé au bisulfite de calcium semble possible mais les rendements sont peu élevés, la pâte garde une teinte foncée et les caractéristiques mécaniques sont très faibles. Le traitement à la soude à froid conduit à une pâte écrue foncée avec un rendement peu satisfaisant. Enfin le traitement des copeaux pour la fabrication de pâte mécanique n'offre aucun intérêt.

En conclusion, s'il est possible d'obtenir de la pâte chimique alcaline blanchie à partir du bois de l'*Acacia albida*, l'opération ne présente guère d'avantages d'un point de vue papetier car les rendements sont bas et le produit possède des caractéristiques mécaniques médiocres.

ÉTUDES SUR LA CROISSANCE

Couches d'accroissement du bois.

Alors que dans les régions tempérées on peut déterminer l'âge d'un arbre abattu en examinant

les cernes sur une section transversale, en Afrique tropicale, par suite de l'absence de période froide, les arrêts de végétation ne se produisent généralement pas d'une façon assez totale ni assez régulière

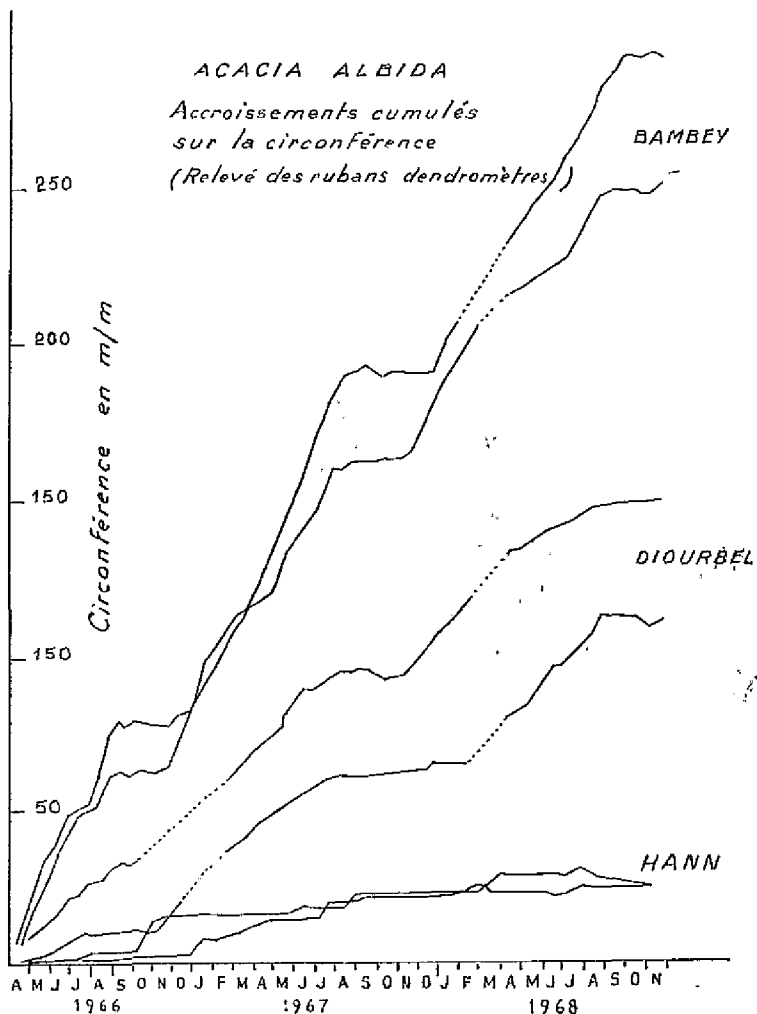
pour imprimer dans le bois des cernes très saillants. *Acacia albida* présentant la particularité de perdre ses feuilles pendant trois mois, on pouvait se demander s'il n'existait pas des couches d'accroissement visibles et si l'examen de celles-ci ne permettrait pas de donner un aperçu sur l'âge du sujet. Nous avons demandé à la Division d'Anatomie du C. T. F. T. d'analyser 9 rondelles prélevées sur des arbres récoltés dans diverses stations.

MARIAUX constate des analogies de croissance pour les *Acacia* ayant poussé sur des terrains comparables. La croissance est exceptionnelle chez les sujets collectés dans les zones de culture, beaucoup plus lente mais surtout très ralentie lorsque le diamètre atteint 10 à 15 cm pour les arbres provenant de dunes stériles. Les réactions aux blessures semblent en opposition puisqu'on enregistre tantôt un élargissement des cernes à la suite d'un traumatisme, tantôt une croissance ralentie au cours des années qui succèdent. Les nombreuses irrégularités dans la formation des cernes paraissent se compenser dans le temps, sauf sur les arbres inclinés. Le bois des arbres qui se sont développés sur sol stérile a une texture plus dense et une coloration plus foncée.

Etude de la croissance annuelle.

Nous avons posé en 1966 des rubans dendromètres fabriqués d'après le système mis au point à la Station expérimentale sylvicole des Etats centraux de Columbus, Ohio (Note A. 10.58 de la F. A. O. sur l'équipement forestier - 1957) sur 6 *Acacia albida* situés à Hann, Bambeï et Diourbel. Des lectures bi-mensuelles permirent de suivre pendant 3 années l'accroissement des arbres selon la circonférence avec, parfois, quelques semaines d'interruption quand les rubans étaient déplacés ou volés par les passants.

On note des analogies de croissance chez les *Acacia* d'une même station, observation qui confirme la remarque faite par MARIAUX lors de l'étude des cernes. Les accroissements annuels sont sensiblement identiques depuis le début de l'expérimentation, sauf en 1969 mais ils varient considérablement d'une localité à l'autre (120 mm à Bambeï ; 60 mm à Diourbel ; 5 à 6 mm à Hann), sans doute en relation avec la structure, la fertilité et la profondeur du sol. La croissance est continue de décembre à juillet ; elle cesse totalement de septembre à novembre, période au cours de laquelle les arbres sont défeuillés. En 1969, la croissance



s'est ralentie ou a cessé en mars, la saison des pluies de l'année précédente ayant été déficitaire selon les stations de 45 à 60 % par rapport à la moyenne.

Croissance des rejets.

Nous notions en 1964 qu'on trouvait fréquemment dans les champs et les jachères des rejets d'*Acacia albida* qui, sectionnés régulièrement par les cultivateurs ou broutés par le bétail, avaient un pivot plus développé que la tige et qu'il suffisait de quelques années de protection pour qu'une cèpée se forme et qu'un brin prenne le dessus. Nous n'avions toutefois aucune notion de la vitesse de croissance du jeune arbre. Pour essayer de la déterminer, nous avons marqué en 1965 dix rejets d'un an et dix baliveaux de 9 ans dans des plantations d'*Anacardium occidentale* de la région de Diourbel. Les sujets ont été mesurés selon la hauteur et la circonférence tous les six mois.

On constate que le développement est très irrégulier au cours des premières années. Certains



Acacia albida. Etude de l'accroissement
sur des rejets poussant sur dunes.

Photo Giffard.

Croissance des plants issus de graines

Les *Acacia albida* francs de pied et les rejets présentent, les uns et les autres, un port rampant et un aspect buissonnant pendant plusieurs années aussi il est impossible de déterminer dans un champ si un arbre est issu de graine ou non. Le premier plateau d'introduction n'ayant été créé par le Service Forestier du Sénégal qu'en 1963 et les reboisements en vraie grandeur n'ayant commencé qu'en 1966, nous ne disposions que d'un matériel expérimental limité et surtout très jeune. C'est pourquoi, dès l'installation du C. T. F. T., nous avons établi des parcelles d'essai à Bambey et à Linguère puis à Hann et à Ross-Béthio afin de tester l'espèce sur des sols assez riches et sur des terrains presque stériles, en plein centre de l'aire actuelle de l'*Acacia albida* et dans des zones considérées comme étant marginales. Nous avons effectué les complantations avec et sans travail du sol, avec et sans apport d'amendement minéral.

S'il est encore trop tôt pour tirer des conclusions sur la croissance, on peut noter que le développement est nul dans toutes les stations au cours de la saison pluvieuse et pendant les deux mois qui suivent l'arrêt des pluies. La croissance est négligeable la première année, sauf à Bambey où le terrain a été labouré et sous-solé. Il se produit une sélection entre les plants vers le 6^e mois à Bambey, vers le 15^e ailleurs ; certains sujets continuent alors à végéter ou à croître lentement alors que d'autres qui ne présentaient pas un meilleur aspect auparavant démarrent brutalement. Le sous-solage et le labour semblent favorables ; par contre, l'effet de bourrelet résultant du billonnage à la charrue ou de la confection de « taupinières » n'est pas significatif. Un essai de fertilisation par apport d'engrais complexe 14-7-7 et 10-10-20, supertriple et sulfate d'ammoniaque dans le trou de plantation est positif après un an à Bambey sur sol Deck sous-solé ; les gains en hauteur varient entre 14 et 49 %. Partout, enfin, les plants issus de graines ont le même comportement que les rejets ; ils doivent être taillés pour former une cime.

Acacia disparaissent, d'autres sèchent en tête puis repartent à la base, d'autres continuent à émettre des rejets au niveau du collet même lorsqu'ils sont taillés. Ceci corrobore l'observation faite par PELISSIER (1966) qui écrit que, pour devenir arbres, les *Acacia* doivent être élagués, redressés, émondés, en un mot élevés jusqu'à ce qu'ils soient capables de développer une cime, tâche d'élaboration si consciente et si systématique qu'elle est clairement traduite par le vocabulaire paysan « Yaram sas » dit-on en sérère, ce qui signifie j'élève un *Acacia albida* de la même manière que l'on dit « Yaram on' diay », c'est-à-dire j'élève un enfant.

Par contre, dès qu'un brin s'est affranchi, la croissance devient spectaculaire. A Diourbel, la hauteur moyenne des arbres a progressé de 276 cm entre la neuvième et la douzième année, la circonférence moyenne s'est accrue de 15,7 cm. Les courbes d'accroissement cumulées sur la circonférence sont comparables à celles des arbres adultes munis d'un ruban dendromètre.

ÉTUDE DE L'ENRACINEMENT

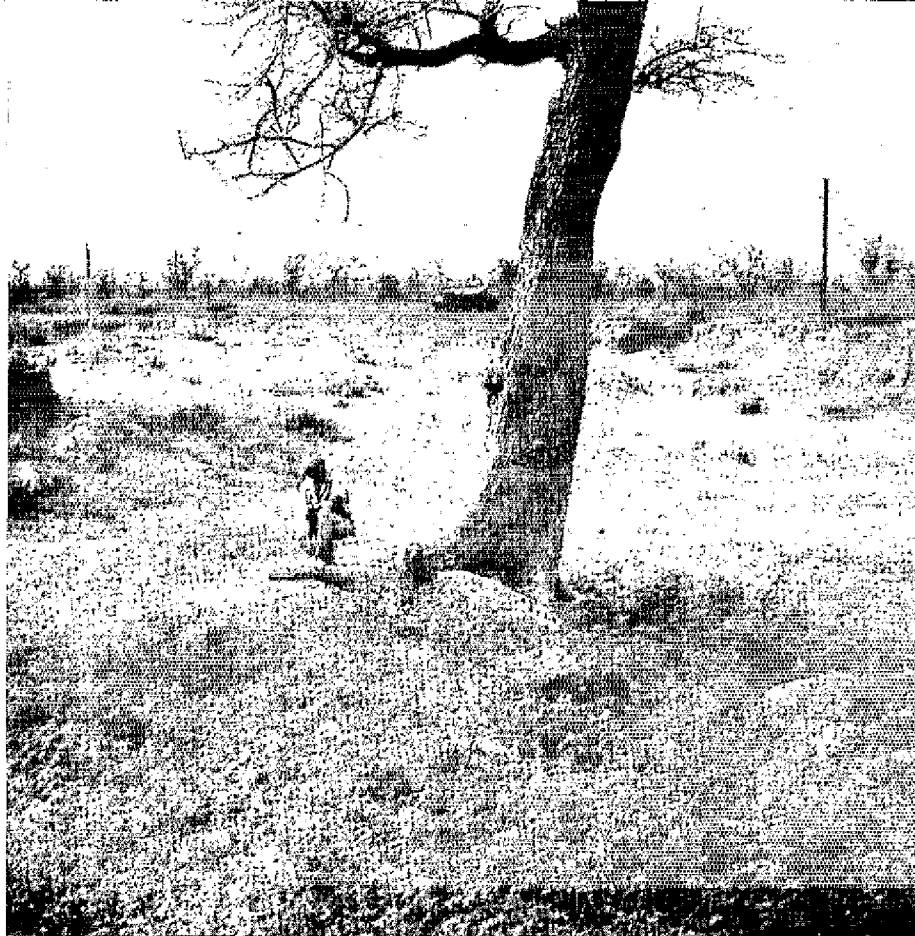
La connaissance de l'enracinement de l'*Acacia albida* permettrait de se rendre compte si le maintien ou la multiplication de l'espèce sur les terrains

de culture est compatible avec la préparation mécanique du sol. Elle donnerait en outre des renseignements sur la possibilité de reboiser des zones où la

nappe phréatique est éloignée de la surface. Lors de l'élaboration du programme de recherches complémentaires, les participants reconnurent qu'une telle étude, pour être complète, devrait être effectuée sur des arbres adultes ce qui, très certainement, imposerait des fouilles coûteuses car toutes les observations laissent supposer que le système racinaire de l'*Acacia* s'enfonce profondément et qu'il se déploie largement dans le sens latéral. C'est ainsi qu'en fonçant un puits dans le département de Bambey on a extrait des morceaux de racine fraîche de l'horizon 24 m qui provenaient vraisemblablement d'un *Acacia albida* puisque seule cette essence était présente à l'état adulte dans les environs.

Ne disposant pas des moyens financiers suffisants pour entreprendre de tels terrassements, nous nous sommes bornés à déraciner quelques sujets issus de graines et à dégager plusieurs rejets de souche de taille peu importante. Le pivot de l'*Acacia* s'enfonce rapidement au cours des semaines qui suivent la plantation. Sur dunes, alors que la tige demeure stationnaire pendant la première saison sèche, les racines descendent à plus de deux mètres. Sur sol Deck où il est très difficile de suivre le système racinaire sans le détériorer, on note sa présence dans l'horizon 100 cm cinq mois après la mise en place. A Orcogne où nous avons mis à nu les racines d'un sujet de quatre ans, le pivot s'enfonçait à la verticale jusqu'à 139 cm de profondeur, n'émettant que de courtes racines dont le diamètre n'excédait pas quelques millimètres sur les 126 premiers centimètres du parcours et ce n'est qu'à ce niveau que se détachait la première racine latérale importante qui fut suivie sur 370 cm (cf. croquis p. 19).

Des observations effectuées entre Khombole et Diourbel sur des *Acacia* adultes partiellement déchaussés par les entreprises qui prélevèrent de la terre pour la mise en forme de la route ou entre Mecké et Longa, lors de l'ouverture de la tranchée destinée à l'adduction d'eau alimentant Dakar, montrent qu'il ne se développe que très rarement des racines latérales près de la surface. Nous n'en avons trouvé en abondance que sur des sujets



ayant poussé sur dune après avoir été recépés pendant de nombreuses années.

Nous avons écrit en 1964 que certains forestiers supposaient que le recépage favorisait la formation de drageons. Nous avons tenté de vérifier cette hypothèse en dégageant des rejets. Il semble que le phénomène soit peu fréquent car nous ne l'avons constaté qu'à deux reprises, dans les Niayes en présence d'une nappe phréatique distante de moins d'un mètre et dans le Parc de Hann sur sol dunaire squelettique. Dans les deux cas, le pivot émettait dans les horizons 20/50 cm des racines qui se ramifiaient, s'anastomosaient, se redressaient et se transformaient en rameaux aériens.

Jung signale la présence de nodules apparemment effectifs puisqu'ils entraînent des différences de croissance des plantules sur des cultures réalisées en milieu stérile. Il n'en a jamais observé par contre sur des plantules provenant de graines mises à germer « in situ ». Dans nos expérimentations sur le système racinaire, nous avons recherché des nodosités; nous n'en avons trouvé que sur de rares sujets complantés sur dunes. Il semble donc que la fixation de l'azote atmosphérique par mécanisme symbiotique représente une exception chez *Acacia albida* et qu'elle est limitée aux cas où il existe une carence totale en azote.

ÉTUDES SUR LA RÉGÉNÉRATION ARTIFICIELLE

Nous avons décrit en 1964 les diverses tentatives de régénération artificielle entreprises dans l'ouest

africain avec *Acacia albida*. A l'époque, seule la méthode expérimentée depuis deux ans dans la

région de Diourbel semblait digne d'intérêt. La technique qui est maintenant au point a permis de réaliser un programme de plantation portant sur 1.000 ha.

Semences.

On compte environ 11.500 graines au kg. Protégées par une cuticule cireuse, elles conservent leur pouvoir germinatif durant plusieurs années. Il suffit de les saupoudrer avec un insecticide après le décorticage et de les maintenir à l'abri de l'humidité. Au Sénégal où la fructification, en général abondante, se situe de mars à mai, époque des semis, il est apparu préférable d'employer des graines fraîches dont la germination est plus uniforme que celle des semences anciennes. Celles-ci doivent être plongées dans de l'eau bouillante où on les laisse macérer pendant 24 h.

Semis.

Les semis sont effectués directement dans des gaines de polyéthylène de 50 microns d'épaisseur remplies d'un mélange de sable et d'humus. Une terre trop argileuse freine le développement des plants. Le système racinaire croissant rapidement, on a intérêt à choisir des sacs étroits et longs. Il semble que les meilleures dimensions soient 30 cm pour la longueur et 8 cm pour le diamètre, ce qui donne des plants dont la motte pèse environ 2 kg.

L'expérience a montré qu'il était moins onéreux d'utiliser 3 ou 4 graines par sac puis d'éliminer les brins en excédent que de laisser des gaines vides ou de procéder à des repiquages toujours aléatoires. Quand les semences sont fraîches ou lorsqu'elles ont été conservées et traitées correctement, la levée est en principe terminée au bout de trois semaines. Passé cette date, si la germination est déficiente, il faut procéder à de nouveaux semis.

Soins en pépinière.

Le poste « transport de plants » constitue la charge financière la plus lourde dans le devis d'une plantation d'*Acacia albida*. On a donc intérêt à installer la pépinière le plus près possible de la zone à reboiser et, dans le choix de l'emplacement, l'eau nécessaire à l'arrosage représente le seul facteur à prendre en considération puisqu'il s'agit d'un établissement temporaire et de surface réduite qui ne nécessite comme investissement qu'une solide clôture.

Les travaux d'entretien consistent en un arrosage bi-quotidien en dehors des heures chaudes, en un désherbage dans les jours qui suivent le semis et en quelques sarclages après la germination pour aérer le sol et faciliter la pénétration de l'eau. Au Sénégal, il est inutile d'employer des ombrières dans les zones où travaille le Service Forestier. Aucune attaque cryptogamique n'a été enregistrée sur les jeunes plants. On nous a signalé à deux reprises un début de défoliation provoquée

par des chenilles mais un poudrage avec un acaricide a immédiatement stoppé le mal. Seuls des rongeurs, rats, souris ou écureuils fouisseurs, détruisent parfois un pourcentage important de semis en les sectionnant au niveau du collet. On ne peut s'en débarrasser qu'en traitant préventivement le terrain destiné à servir de pépinière ainsi que ses abords en plaçant des appâts enrobés d'un anticoagulant comme le TOMORIN ou le TURAGYL. Lorsque les prédateurs apparaissent après la germination, il ne reste qu'à recouvrir les plants avec un grillage à mailles assez fines tendu 30 cm au-dessus du sol.

Plantation.

Les racines atteignant le fond du sac vers le 4^e mois, il faut calculer le temps de séjour en pépinière en fonction de l'époque de la plantation. Si pour une raison ou une autre on doit reculer la date de la mise en place, ce qui est fréquent dans les contrées susceptibles d'être reboisées en *Acacia albida* à cause de la pluviométrie incertaine, il est recommandé de réduire les apports d'eau dès qu'on constate que le pivot arrive près de la base de la gaine. On freine ainsi le développement du système racinaire et on limite la formation des crosses.

La plantation est une opération facile à réaliser dans les zones actuellement retenues au Sénégal par le Service Forestier. Les sols, du type Dior, n'imposent aucune préparation mécanique ; il suffit de creuser à la bêche des trous de 30 à 40 cm de profondeur au fur et à mesure de la mise en place. Par contre des essais menés à Bambey par le C. T. F. T. sur sol Deck montrent que l'influence du sous-solage et du labour est bénéfique à la reprise et à la croissance.

L'écartement adopté est de 10 m en tous sens pour la régénération des sols, ce qui ne gêne pas les paysans qui peuvent continuer à occuper le terrain et de 5 m dans l'afforestation de dunes, afin d'essayer de les couvrir le plus rapidement possible. Ultérieurement, lorsque les problèmes de l'aménagement du terroir auront été compris et acceptés par les masses rurales et surtout quand on opérera dans des secteurs à forte densité démographique, il faudra certainement associer *Acacia albida* aux essences forestières retenues pour la création de brise-vent. Des expérimentations seront nécessaires pour déterminer les dimensions optimales des écrans et des parcelles à protéger ainsi que la densité des arbres à installer.

Reprise et croissance.

Des sondages effectués à Déali où 800 ha de plantations ont été réalisés depuis 1966 indiquent que le pourcentage de plants vivants à l'issue de la première saison sèche varie de 44 à 77. On remarque que les sujets sont toujours groupés, ce qui laisse supposer que les échecs sont imputables à la négligence ou à la mauvaise volonté des paysans

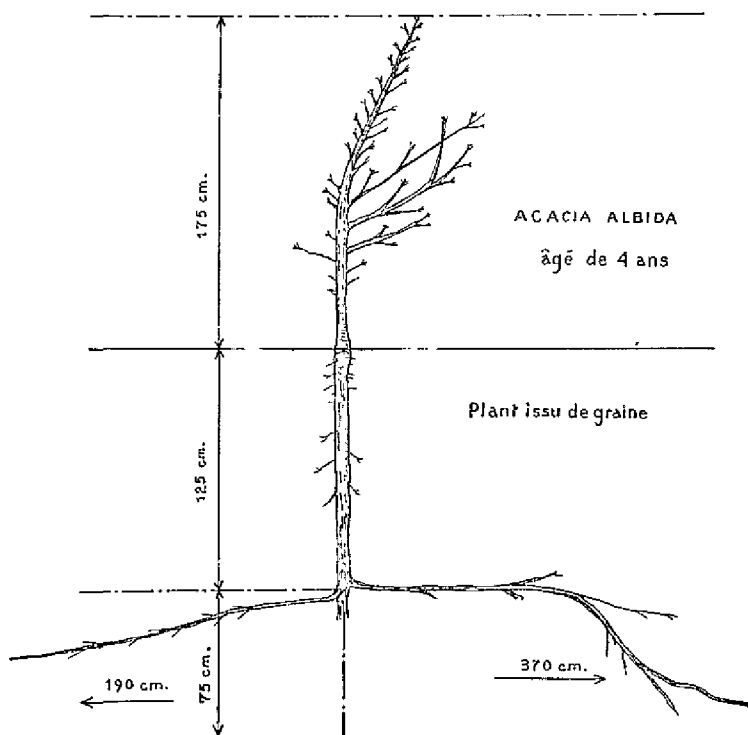
associés à l'opération. Dans les placeaux du C. T. F. T., les taux de reprise varient de 65 à 99 %.

Nous avons vu que la croissance des plants issus de graines variait considérablement en fonction de la structure du sol et de sa composition chimique et que, dans une même station, on enregistrerait des différences importantes dans le développement des sujets. Ces écarts sont encore plus accusés dans les plantations en vraie grandeur car les cultivateurs mutilent fréquemment les *Acacia* lors de l'enlèvement des récoltes et au moment de la préparation du terrain l'année suivant la mise en place. Il est vraisemblable qu'un apport d'amendement minéral dans le trou de plantation favorise la croissance mais l'expérimentation est trop récente pour qu'on puisse en tirer des conclusions et surtout pour qu'il soit possible de préconiser la dose d'engrais la mieux appropriée.

Entretien des plantations.

Dans les zones actuellement reboisées au Sénégal, les travaux d'entretien sont peu importants. Sur les terrains de culture, les paysans qui continuent à occuper les parcelles nettoient eux-mêmes le sol et il suffit de matérialiser l'emplacement des jeunes plants par un jalon pour en signaler la présence. Sur dunes, on désherbe les abords des sujets pour éviter la concurrence des graminées sauvages mais on maintient la couverture herbacée entre les lignes pour freiner l'érosion éolienne. Par contre les essais menés à Bambey par le C. T. F. T. sur jachère de longue durée montrent que deux nettoyages annuels sont indispensables pendant les trois années qui suivent la mise en place pour que les *Acacia* ne soient pas étouffés par le recru de végétation.

Il semble que les insectes et les rongeurs ne provoquent que des dégâts limités. Des attaques de chenilles, signalées en début de saison sèche, freinent la croissance des plants mais elles ne sont pas fatales. Les rats palmistes n'apprécient guère les *Acacia*, passé le stade de la pépinière. Ce sont les animaux domestiques qui constituent le plus grave danger lorsqu'ils séjournent dans les champs après l'enlèvement des récoltes ; les bovins piétinent et écrasent les plants à peine enracinés, les caprins arrachent les tiges, les ovins les sectionnent. Une



surveillance est donc indispensable au cours des deux années qui suivent la plantation. Ultérieurement, nous l'avons mentionné, il sera nécessaire d'élaguer et de conduire les baliveaux pour qu'ils forment une cime.

Coût des plantations.

Nous donnons, à titre indicatif, le devis d'un hectare de plantation dans la zone de restauration des sols de Déali tel qu'il ressort du programme de financement assuré par le F. E. D. au cours du 2^e Plan quadriennal du Sénégal.

● Préparation du terrain	
-- délimitation et piquetage (16 Hj) ..	5.600
-- nettoyage (taungya).....	P. M.
● Plantation	
-- élevage des plants (100 à 30 F)	3.000
-- transport (véhicule tout terrain) ...	4.700
-- mise en place (2 Hj).....	750
● Entretien	
-- nettoyage (taungya).....	P. M.
-- surveillance, protection, élagage (3 ans)	16.000
	<hr/> 30.000 CFA

ÉTUDE SUR LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE

Le secteur compris entre Thiès et Louga, jadis producteur d'arachide, comporte de nombreuses zones dont les sols, épuisés et dégradés par l'érosion éolienne, ont dû être abandonnés par les paysans.

On trouve presque partout une abondante régénération naturelle d'*Acacia albida* qui, par place, se transforme en peuplement arboré dès qu'elle est préservée par les cultivateurs ou les autorités

administratives. Se basant sur cette constatation, le Service Forestier mène depuis 1966 une opération de protection qui porte sur 10.000 ha et qui est financée par le F.E.D. On a créé des blocs de 500 ha confiés à un surveillant qui, à longueur d'année, marque les brins, les dégage, les élague, les signale aux ruraux lors de la préparation du terrain. Des

résultats spectaculaires sont obtenus très rapidement car ce que nous avons écrit sur la croissance des rejets d'*Acacia* se vérifie. Le coût minime de cette opération — environ 800 F C.F.A par hectare — devrait permettre de l'étendre à toutes les zones où existe une régénération assez fournie.

CONCLUSIONS

Les recherches sur *Acacia albida* menées au Sénégal depuis trois ans par l'O. R. S. T. O. M., l'I. R. A. T., l'I. R. H. O., et le C. T. F. T. permettent de comprendre pourquoi cet arbre offre un aussi grand intérêt pour l'agriculture en région tropicale sèche.

L'étude bioclimatologique a mis en évidence l'effet de certains facteurs favorables aux cultures sous *Acacia*, en particulier l'augmentation de l'humidité relative, la réduction des maxima de température et l'élévation des minima, une meilleure conservation de l'humidité du sol en début de saison sèche et un accroissement global des précipitations lors des pluies fortes et obliques.

Les études pédologiques conduites en milieu traditionnel et sur jachères montrent que l'action de l'arbre sur le sol est moins sensible que dans les expérimentations réalisées par CHARREAU et VIDAL dans une zone soustraite depuis longtemps à l'agriculture paysanne et à la présence du bétail. Le tassement du terrain résultant du piétinement des animaux et l'absence de travail du sol constituent des facteurs défavorables à l'amélioration des caractéristiques physiques et à l'enrichissement minéral provoqué par la décomposition de la litière. Ce sont surtout les éléments organiques, azote, carbone et humus qui subissent d'importantes modifications.

L'étude des cycles biogéochimiques dans le système sol-*Acacia* prouve l'importance de la phase de retour des éléments nutritifs au sol par l'intermédiaire de la litière qui se traduit par un très net enrichissement en azote et en calcium. Elle met aussi en évidence la facilité et la rapidité de décomposition de la matière organique issue de l'*Acacia*.

L'étude agronomique montre que les effets de l'arbre sont prépondérants dans le cadre d'une agriculture traditionnelle qui n'utilise pas la fertilisation donc que la présence de l'*Acacia albida* dans le paysage agricole se justifie pleinement.

Les caractéristiques physiques, mécaniques et papetières du bois sont peu intéressantes. Toutefois, dans des contrées presque totalement déforestées, l'essence peut être utilisée pour le coffrage, la charpente légère ou la menuiserie ordinaire.

Les études sur la croissance indiquent un développement assez rapide sur les sols fertiles. Elles prouvent que les sujets issus de graines ont le même comportement que les rejets et que les baliveaux ont besoin d'être conduits pendant plusieurs années pour former une cime.

Bien que l'étude de l'enracinement ait été sommaire, tout laisse supposer que les racines latérales sont rares dans les horizons du sol susceptibles d'être travaillés avec des instruments aratoires.

La technique de régénération artificielle est maintenant au point et elle a fait ses preuves dans des reboisements en vraie grandeur. Le pourcentage de reprise est correct, le coût de la plantation est économiquement valable. Toutefois, chaque fois que la chose sera possible, on aura intérêt à protéger la régénération naturelle qui permet d'établir plus rapidement un état boisé.

Les recherches poursuivies par les Instituts, la création par le Service Forestier de parcelles de reboisement et de périmètres de protection ont sensibilisé les autorités administratives et les masses paysannes dans le Centre Ouest du Sénégal où personne ne conteste plus l'intérêt de l'*Acacia albida*.

BIBLIOGRAPHIE

- CHARREAU (C.). — « Influence de l'*Acacia albida* sur le sol, la nutrition minérale et les rendements des mils *Pennisetum* au Sénégal. » L'Agronomie Tropicale, juin 1965.
- DANCETTE (C.). — « Note sur les avantages d'une utilisation rationnelle de l'*Acacia albida* au Sénégal. » C. N. R. A. Bambey (I. R. A. T.), juin 1968.
- GAUTREAU (P.). — « Rapport de campagne 1966. Essais sur Kads. » I. R. H. O./Sénégal, 1967.
- GIFFARD (P. L.). — « Les possibilités de reboisement en *Acacia albida* au Sénégal. » Bois et Forêts des Tropiques, juin 1964.
- « Premières recherches effectuées sur *Acacia albida*. » C. T. F. T./Sénégal, décembre 1968.
- « Recherches effectuées au Sénégal sur *Acacia albida*. » C. T. F. T./Sénégal, novembre 1969.
- JUNG (C.). — « Etude de l'influence de l'*Acacia albida* sur les processus microbiologiques dans le sol et sur leurs variations saisonnières. » O. R. S. T. O. M./Sénégal, octobre 1966.
- « Influence de l'*Acacia albida* sur la biologie des sols Dior. » O. R. S. T. O. M./Sénégal, juin 1967.
- « Variations saisonnières des caractéristiques microbiologiques d'un sol ferrugineux tropical peu lessivé (Dior), soumis ou non à l'influence de l'*Acacia albida*. » O. E. C. O. L. Plant. Gauthier-Villars, 1970.
- MARIAUX (A.). — « Etude des couches d'accroissement de quelques sections d'arbres provenant du Sénégal. » C. T. F. T./Nogent, 1966.
- PELISSIER (P.). — « Les Paysans du Sénégal. » Imprimerie Fabrege, St-Yrieix, 1966.
- PETROFF (G.), DOAT (J.) et TISSOT (M.). — « Caractéristiques papetières de quelques essences tropicales de reboisement », Tome II. C. T. F. T./Nogent, 1967.
- POULAIN (J. F.) et DANCETTE (C.). — « Influence de l'*Acacia albida* sur les facteurs pédoclimatiques et les rendements des cultures. » C. N. R. A. Bambey (I. R. A. T.) juin 1968.